

## **Pengembangan Penelitian Biodiesel Menggunakan Analisis Bibliometrik**

### ***Biodiesel Research Development Using Bibliometric Analysis***

**Muhammad Taufiq Fathaddin\*, Aqlyna Fattahanisa, Shabrina Sri Riswati,  
Rini Setiati, Pri Agung Rakhmanto**

Universitas Trisakti, Indonesia

\*E-mail: [muh.taufiq@trisakti.ac.id](mailto:muh.taufiq@trisakti.ac.id)

#### **Abstrak**

Masalah sektor energi di Indonesia saat ini adalah penurunan cadangan dan produksi minyak bumi serta kenaikan kebutuhan minyak yang berkelanjutan. Ketertarikan penggunaan biodiesel yang diperoleh dari sumber energi terbarukan terus meningkat. Dalam satu dekade terakhir, jumlah publikasi mengenai tema ini menunjukkan peningkatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati perkembangan penelitian mengenai pemanfaatan bahan baku nabati menjadi bahan bakar biodiesel. Analisis bibliometrik terhadap berbagai publikasi mengenai biodiesel dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai arah pengembangan dan kebaruan penelitian mengenai tema tersebut. Sejumlah 679 literatur yang relevan berdasarkan data publikasi antara 2012 hingga 2022 dari koleksi Google Scholar telah dianalisis. Kata kunci yang digunakan dalam penelusuran adalah "biodiesel", "rapeseed", "corn", "cottonseed", "sunflower", "soybean", "sesame" and "coconut". Harzing's Publish or Perish dan VOSviewer digunakan sebagai perangkat untuk melakukan pengumpulan dan analisis terhadap publikasi dengan kata-kata kunci tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 679 publikasi terkait biodiesel, diperoleh kata-kata dengan frekuensi kemunculan tertinggi yaitu "Masjuki", "Sunflower Oil", dan "USA" berturut-turut sebagai penulis, tema, dan negara yang paling banyak tertulis dalam artikel. Berdasarkan tahun publikasi terlihat bahwa pembahasan mengenai pengamatan sifat bahan bakar dan minyak nabati yang dapat dimakan menjadi isu yang relatif lebih baru. Di samping itu, jumlah paper yang membahas biodiesel cenderung semakin bertambah.

**Kata Kunci:** Analisis Bibliometrik; Biodiesel; Energi Terbarukan; Minyak Nabati; Perkembangan Riset

#### **Abstract**

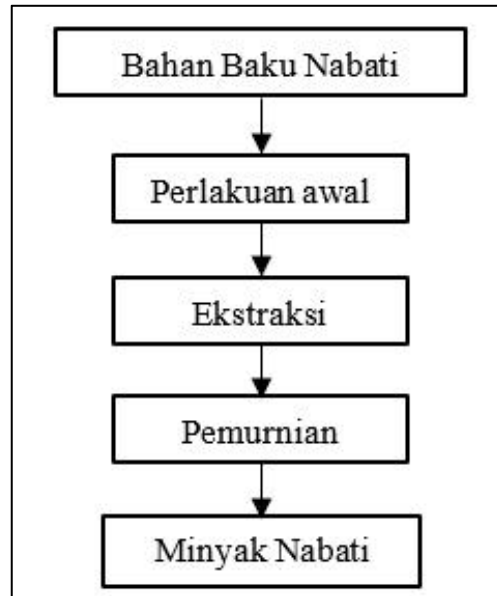
*The problem of the energy sector in Indonesia today is the decline in oil reserves and production as well as the continuous increase in oil demand. Interest in using biodiesel obtained from renewable energy sources continues to increase. In the last decade, the number of publications on this theme has shown an increase. This study aims to observe the development of research on the use of vegetable raw materials into biodiesel fuel. Bibliometric analysis of various publications on biodiesel was conducted to obtain information regarding the direction of development and the novelty of research on this theme. A total of 679 relevant pieces of literature based on data published between 2012 and 2022 from the Google Scholar collection was analyzed. The keywords used in the search were "biodiesel", "rapeseed", "corn", "cottonseed", "sunflower", "soybean", "sesame", and "coconut". Harzing's Publish or Perish and VOSviewer were used as tools to collect and analyze publications with these keywords. The results showed that from 679 publications related to biodiesel, the words with the highest frequency of occurrence were "Masjuki", "Sunflower Oil", and "USA" as the author, theme, and country with the greatest number of articles written in the article. Based on the year of publication, it appears that the discussion of observing the properties of edible fuels and vegetable oils is a relatively new issue. In addition, the number of papers discussing biodiesel tends to increase.*

**Keywords:** Bibliometric Analysis; Biodiesel; Renewable Energy; Vegetable Oils; Research Developments

## PENDAHULUAN

Biodiesel mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan bahan bakar minyak bumi. Biodiesel merupakan energi terbarukan yang bersih dari sulfur dan kandungan oksigen yang memadai diantaranya adalah dengan kandungan oksigen bebas sulfur dan memadai, memiliki proses manufaktur yang relatif lebih mudah, dan mengurangi emisi Gas Rumah Kaca (Tayari et al., 2020; Maheshwari, et al., 2022). Bahan baku biodiesel dapat diperoleh dari minyak nabati maupun lemak hewani (Putri dan Supriyo, 2020). Bahan baku minyak nabati dapat berasal dari kedelai (Koc et al., 2011; Pratigto et al., 2019; Colombo et al., 2019), jagung (El Boulifi et al., 2010; Veljkovića et al., 2018), mustard (Alam and Rahman, 2013; Rana et al., 2019), jarak pagar (Mofijur et al., 2012; Folaranmi, 2013), rapa (Solis et al., 2017; Dworakowska et al., 2013), wijen (Ferdous et al., 2012; Dawodu, et al., 2014), jarak (Keera et al., 2018; González et al., 2020), biji kapas (Nabi et al., 2009; Sinha & Murugavelh, 2016), mimba (Ali et al., 2013; Madai et al., 2020), ganggang (Scott et al. 2010; Medipally et al., 2015), kelapa (Hossain et al., 2012; Rasyid et al., 2018), dan kacang tanah (Oniya, & Bamgboye, 2014; Habibullah et al., 2015).

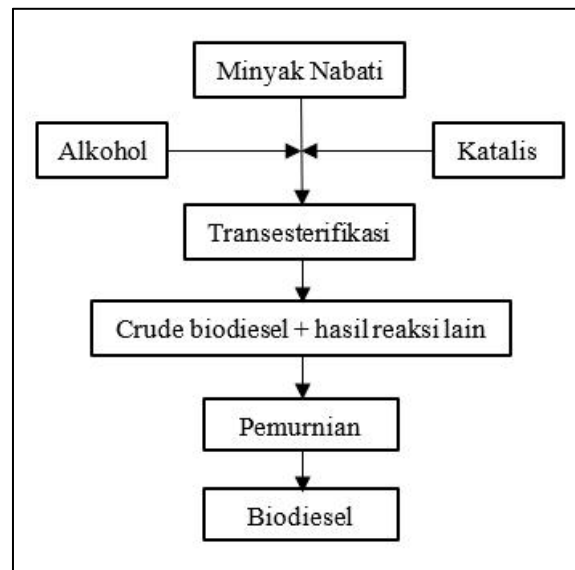
Pembuatan minyak dari bahan baku nabati memerlukan perlakuan awal, ekstraksi, dan pemurnian sebagaimana digambarkan pada Gambar 1. Perlakuan awal meliputi operasi pembersihan, pengeringan, pengupasan, dan penggilingan (Koc et al., 2011). Tahap ekstraksi dapat meliputi penekanan mekanis, pelarut, cairan superkritis, bantuan gelombang mikro, dan/atau bantuan ultrasound (Koc et al., 2011). Setelah ekstraksi, diperlukan tahap pemurnian. Ada beberapa metode tahap pemurnian yang berbeda seperti pemurnian mekanik (seperti separasi, filtrasi, atau sentrifugasi), pemurnian kimia (seperti degumming, netralisasi, bleaching), dan pemurnian fisika (seperti pengeringan atau pemanasan). Adanya fosfolipid dihilangkan dengan proses degumming yaitu dengan penambahan zat penghidrasi, pengendapan, dan sedimentasi. Penghapusan asam lemak dilakukan dengan proses netralisasi. Langkah bleaching terutama digunakan untuk menghilangkan warna dengan clay, dan kemudian dipisahkan dengan sentrifugasi. Proses pengeringan atau pemanasan dilakukan untuk menghilangkan kelembaban (Schmutzler, 1993; Li et al., 2014; González et al., 2020).



Gambar 1. Proses pembuatan minyak nabati

Gambar 2 memperlihatkan skema pembuatan biodiesel secara umum. Tiga unsur penting yang diperlukan untuk membuat biodiesel yaitu minyak nabati, alkohol, dan katalis. Alkohol yang digunakan diantaranya methanol (Putri dan Supriyo, 2020; Tayari et al., 2020; Habibullah et al., 2015), butanol, ethanol, propanol and amyl alcohol (Koc et al., 2011). Katalis yang digunakan diantaranya CaO (Putri dan Supriyo, 2020), KOH (Tayari et al., 2020), NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Habibullah et al., 2015). Katalis diperlukan untuk memicu reaksi antara minyak dan alcohol (Britannica, 2022). Ada empat metode yang dapat digunakan untuk reaksi tersebut, yaitu pirolisis, pengenceran dengan pencampuran hidrokarbon, mikroemulsi, dan transesterifikasi (Tweddell et al., 1998;

Shimada et al., 1999; Watanabe et al., 2002). Transesterifikasi merupakan metode yang biasa digunakan untuk memproduksi biodiesel dari minyak nabati. Pada dasarnya proses transesterifikasi ini bertujuan untuk mengubah (tri, di, mono) gliserida yang terdapat dalam bahan baku nabati menjadi metil ester atau alkyl ester asam lemak (biodiesel) dan glycerol (Suleman et al., 2019). Dalam proses ini minyak dan alkohol bereaksi satu sama lain selama 15 menit hingga dua jam pada suhu sekitar 50 - 75 derajat celcius (Chitra et al., 2005; Tayari et al., 2020; Putri dan Supriyo, 2020). Produk sampingan dari proses transesterifikasi adalah gliserol. Biodiesel dipisahkan dari gliserol secara gravitasi atau sentrifugal (Ramadhas et al., 2005; El-Mashad et al., 2008).



Gambar 2. Proses pembuatan biodiesel

Peningkatan ilmu pengetahuan dan teknologi secara intensif mendorong para ilmuwan untuk mengkaji arah pengembangan penelitian saat ini di bidang ilmu tertentu, seperti biodiesel atau briket. Kajian mengenai kecenderungan penelitian memungkinkan para peneliti untuk mengilhami diri dengan penemuan terbaru, membandingkan ruang lingkup penelitian, serta untuk mengamati kecenderungan penelitian selanjutnya. Analisis bibliometrik digunakan dalam analisis tren penelitian (Nugraha et al., 2022). Dalam studi ini, pendekatan bibliometrik digunakan untuk menganalisis sejumlah literatur yang tersedia tentang teknologi biodiesel di Google Scholar dari Januari 2012 hingga Desember 2021, dengan penekanan khusus pada biodiesel dengan bahan baku nabati.

## METODE PENELITIAN

Piranti lunak Harzing's Publish or Perish digunakan untuk pengumpulan artikel yang dipublikasi dengan tema biodiesel. Kata kunci yang digunakan dalam penelusuran adalah "biodiesel",

"rapeseed", "corn", "cottonseed", "sunflower", "soybean", "sesame" and "coconut". Dari hasil penelusuran diperoleh sejumlah 679 literatur yang relevan berdasarkan data publikasi antara 2012 hingga 2021 dari koleksi Google Scholar.

Piranti lunak VOSviewer digunakan untuk memetakan data literatur yang dikumpulkan. Pemetaan dibuat berdasarkan kata-kata kunci dan hal-hal yang berkaitan dengan kata kunci. Di samping itu pemetaan juga dilakukan berdasarkan penulis literatur. Peta kata kunci yang dihasilkan didasarkan pada kejadian bersamaan (co-occurrence) untuk memposisikan node (dalam kasus ini: kata kunci yang sesuai) pada peta. Pemetaan juga dilakukan dengan bantuan excel untuk pemetaan tahun publikasi baik untuk masing-masing kata kunci maupun untuk seluruh kata kunci.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dikelompokkan berdasarkan analisis bibliometrik jumlah publikasi, penulis, kata kunci, negara, dan perkembangan publikasi.

## 1. Analisis Bibliometrik Jumlah Publikasi

Total 1000 publikasi dengan tema biodiesel berbahan dasar rapeseed, jagung, biji kapas, bunga matahari, kedelai, wijen, dan kelapa telah diidentifikasi dalam database Google Scholar dari 2012 hingga 2021 dalam bentuk artikel, termasuk artikel penelitian asli, artikel review, dan editorial. Semua publikasi ditulis dalam bahasa Inggris. 679 dari 1000 dipilih sebagai yang paling terkait dengan tema briket berbasis sekam padi. Publikasi tersebut diambil dalam format RIS untuk dianalisis. Pemindaian dokumen dilakukan sejak 1960 dengan judul "Performance test of a small-scale turbojet engine running on a palm oil biodiesel-jet a blend". Data bibliografi artikel diambil dalam format RIS dan dianalisis menggunakan VOSviewer.

## 2. Analisis Bibliometrik Penulis

Nama penulis yang tertulis dalam makalah dan muncul lebih dari 5 kali dalam database Google Scholar didaftarkan dalam analisis. Dari 2290 penulis artikel, 15 memenuhi ambang batas. Berdasarkan pengaturan kekuatan asosiasi, nama penulis yang paling banyak muncul adalah "Masjuki, hh" dengan jumlah dokumen 19 dan total link strength 15 sebagaimana terlihat pada Tabel 1. Penulis tersebut memiliki keterkaitan kuat dengan penulis bernama "Kalam", "Mamat", dan "Mofijur" seperti terlihat pada Gambar 1. Pada Gambar 3 terlihat bahwa penulis "Rasul" terhubung dengan penulis "Mamat", dan "Mofijur". Sedangkan penulis "Aswath" terhubung dengan "Rasul". Dalam Tabel 1 terlihat bahwa penulis-penulis tersebut merupakan enam penulis artikel terbanyak. Dalam hal ini dapat dikatakan kenam penulis artikel terbanyak tersebut berhubungan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Tabel 1. Nama penulis muncul lebih dari 5 kali

Selected	Author	Documents	Total link strength
<input checked="" type="checkbox"/>	masjuki, hh	19	15
<input checked="" type="checkbox"/>	kalam, ma	13	14
<input checked="" type="checkbox"/>	mofijur, m	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	rasul, mg	9	7
<input checked="" type="checkbox"/>	mamat, r	7	3
<input checked="" type="checkbox"/>	ashwath, n	5	2
<input checked="" type="checkbox"/>	demirbas, a	5	0
<input checked="" type="checkbox"/>	dunn, ro	6	0
<input checked="" type="checkbox"/>	giakoumis, eg	6	0
<input checked="" type="checkbox"/>	gunstone, fd	7	0
<input checked="" type="checkbox"/>	ilkilic, c	5	0
<input checked="" type="checkbox"/>	ingle, ap	5	0
<input checked="" type="checkbox"/>	marchetti, jm	5	0
<input checked="" type="checkbox"/>	romano, sd	5	0
<input checked="" type="checkbox"/>	sharma, mp	5	0

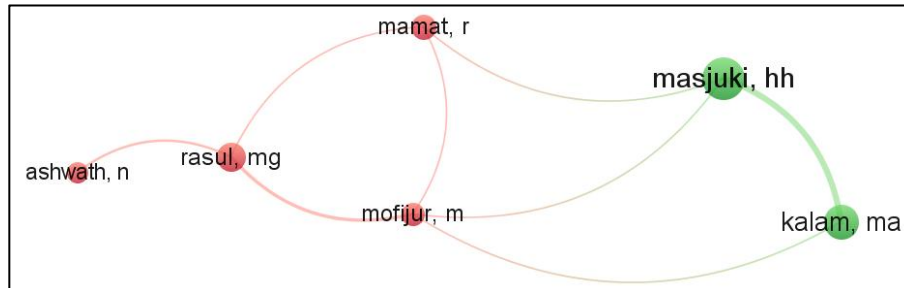
## 3. Analisis Bibliometrik Kata Kunci

Kata kunci yang disediakan oleh penulis makalah dan muncul lebih dari 10 kali dalam database Google Scholar didaftarkan dalam analisis. Dari 3860

penulis artikel, 141 memenuhi ambang batas. Untuk masing-masing dari 141 kata, nilai yang sesuai akan dihitung dan diurutkan. Dengan membatasi 60% istilah yang paling relevan, diperoleh 85 kata

sebagaimana diberikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 kata yang paling banyak muncul adalah “sunflower”, “soybeen oil”, “rapeseed oil”, “corn oil”,

dan “fuel” dengan jumlah kejadian berturut-turut sebanyak 304, 296, 194, 173, dan 124.



Gambar 3. Analisis bibliometrik penulis berdasarkan jumlah dokumen beserta hubungannya

Tabel 2. Kata kunci muncul lebih dari 10 kali

Selected	Term	Occurrences	Relevance
<input checked="" type="checkbox"/>	sunflower oil	304	0.20
<input checked="" type="checkbox"/>	soybean oil	296	0.20
<input checked="" type="checkbox"/>	rapeseed oil	194	0.16
<input checked="" type="checkbox"/>	corn oil	173	0.12
<input checked="" type="checkbox"/>	fuel	124	0.11
<input checked="" type="checkbox"/>	peanut	107	0.37
<input checked="" type="checkbox"/>	blend	79	0.68
<input checked="" type="checkbox"/>	crop	78	2.07
<input checked="" type="checkbox"/>	transesterification	70	0.64
<input checked="" type="checkbox"/>	safflower	65	0.36
<input checked="" type="checkbox"/>	effect	61	0.26
<input checked="" type="checkbox"/>	performance	60	0.89
<input checked="" type="checkbox"/>	methyl ester	55	0.34
<input checked="" type="checkbox"/>	diesel	54	0.78
<input checked="" type="checkbox"/>	coconut oil	51	0.30
<input checked="" type="checkbox"/>	cotton	42	1.18
<input checked="" type="checkbox"/>	soy	42	0.86
<input checked="" type="checkbox"/>	diesel engine	42	0.70
<input checked="" type="checkbox"/>	emission	41	0.84
<input checked="" type="checkbox"/>	catalyst	39	0.49
<input checked="" type="checkbox"/>	lipase	37	1.12

Gambar 4 memperlihatkan bahwa nama-nama yang muncul dikelompokkan ke dalam empat klaster. Klaster 1 memiliki 26 item. Klaster tersebut mewakili karakter untuk berbagai jenis biodiesel. Klaster 1 diberi warna merah. Klaster 2 memiliki 24 item. Klaster tersebut mewakili hubungan antara sifat fisik dan bahan baku biodiesel. Klaster 2 diberi

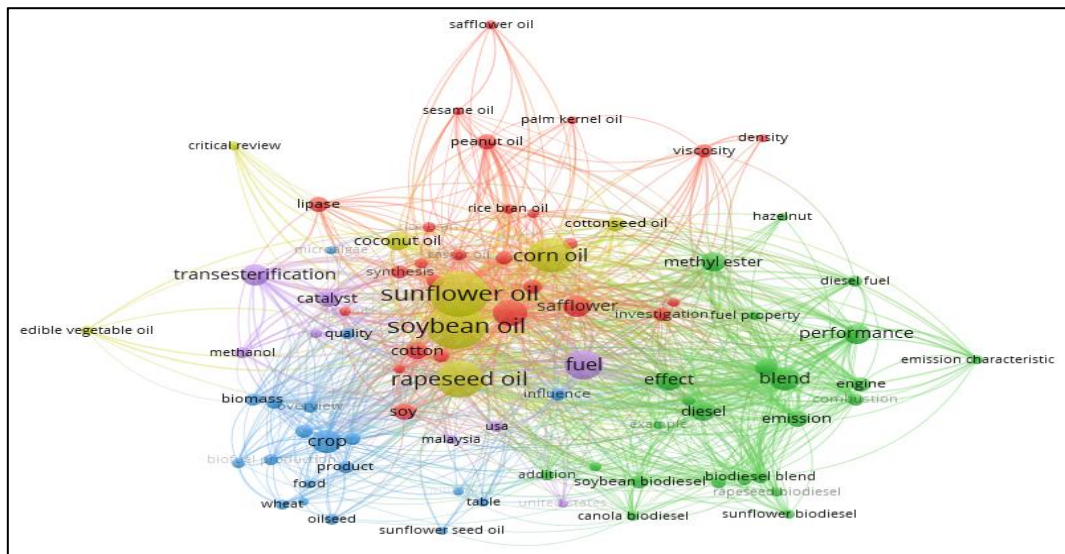
warna hijau. Klaster 3 memiliki 19 item. Klaster tersebut mewakili evaluasi pembuatan biodiesel. Klaster 3 diberi warna biru. Klaster 4 memiliki 8 item. Klaster tersebut membahas berbagai minyak herbal. Klaster 4 diberi warna dan kuning. Klaster 5 memiliki 8 item. Klaster tersebut membahas pembuatan biodiesel dengan proses transesterifikasi dengan

metanol dan katalis. Klaster 5 diberi warna ungu.

**4. Analisis Bibliometrik Negara**

Tabel 3 memperlihatkan nama-nama negara yang tertera dalam judul dan abstrak artikel-artikel yang dianalisis. Sepuluh nama negara yang paling banyak tertulis dalam artikel berturut-turut

adalah Amerika Serikat, Malaysia, Brazil, Turki, Iran, Kanada, Indonesia, Itali, India, dan Nigeria. Jumlah tersebut belum tentu menunjukkan jumlah publikasi dari tiap-tiap negara tersebut. Hal ini dimungkinkan karena tidak setiap artikel menyebutkan nama negara.



Gambar 4. Analisis bibliometrik tema berdasarkan jumlah frekuensi kemunculan dan hubungan antar tema

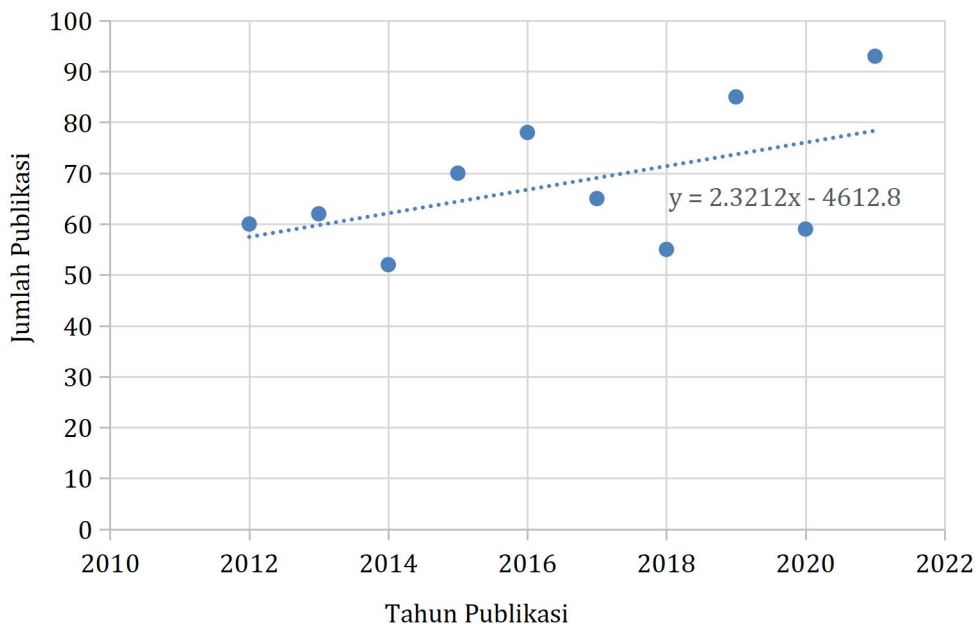
Tabel 3. Nama negara dalam artikel

Selected	Term	Occurrences	Relevance
<input checked="" type="checkbox"/>	pakistan	1	0.30
<input checked="" type="checkbox"/>	philippine	1	0.37
<input checked="" type="checkbox"/>	romania	1	0.99
<input checked="" type="checkbox"/>	south africa	1	2.27
<input checked="" type="checkbox"/>	spain	1	0.32
<input checked="" type="checkbox"/>	taiwan	1	0.77
<input checked="" type="checkbox"/>	thailand	1	0.91
<input checked="" type="checkbox"/>	argentina	2	0.96
<input checked="" type="checkbox"/>	australia	3	1.20
<input checked="" type="checkbox"/>	china	3	0.58
<input checked="" type="checkbox"/>	germany	3	0.44
<input checked="" type="checkbox"/>	nigeria	3	1.15
<input checked="" type="checkbox"/>	india	4	0.44
<input checked="" type="checkbox"/>	italy	4	0.40
<input checked="" type="checkbox"/>	indonesia	6	0.39
<input checked="" type="checkbox"/>	canada	7	0.20
<input checked="" type="checkbox"/>	iran	8	0.59
<input checked="" type="checkbox"/>	turkey	9	0.28
<input checked="" type="checkbox"/>	brazil	13	0.30
<input checked="" type="checkbox"/>	malaysia	14	0.39
<input checked="" type="checkbox"/>	usa	19	0.20

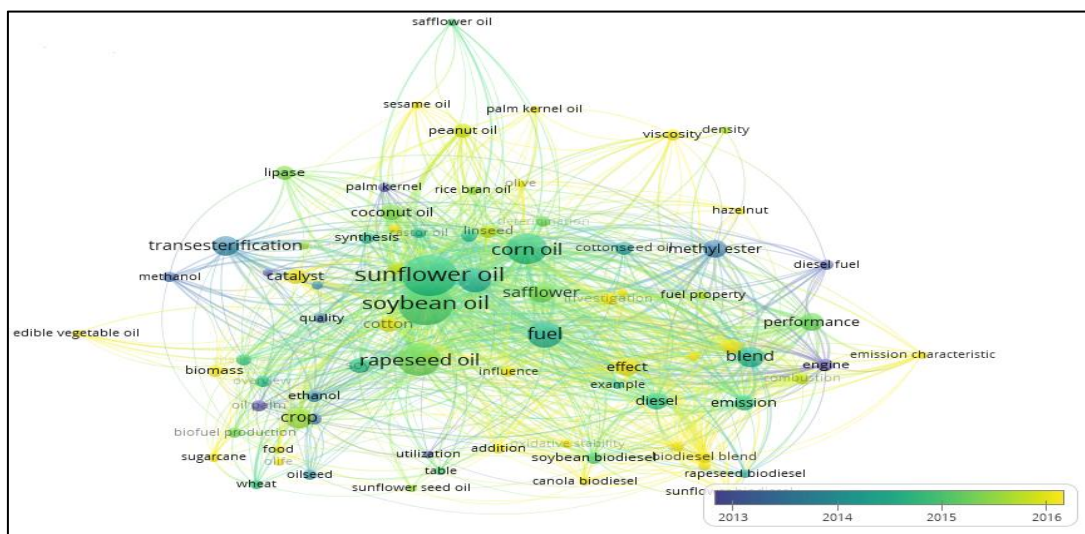
### 5. Analisis Bibliometrik Perkembangan Publikasi

Gambar 5 memperlihatkan jumlah publikasi mengenai biodiesel dari 2012 hingga 2022. Berdasarkan gambar tersebut jumlah publikasi berfluktuasi. Namun secara keseluruhan jumlah publikasi cenderung meningkat pada periode waktu tersebut. Berdasarkan

persamaan regresi linier terlihat bahwa laju peningkatan jumlah publikasi rata-rata sebesar 2.3212 publikasi/tahun. Gambar 4 memperlihatkan tema publikasi antara 2013 hingga 2016. Berdasarkan tahun publikasi terlihat bahwa pembahasan mengenai pengamatan sifat bahan bakar dan minyak nabati yang dapat dimakan menjadi pembahasan yang relatif lebih baru.



Gambar 5. Jumlah publikasi artikel berkenaan dengan biodiesel



Gambar 6. Analisis bibliografi tema berdasarkan tahun publikasi



## SIMPULAN

Biodiesel banyak diteliti dan dipublikasi dalam dekad terakhir. Analisis bibliometrik digunakan dalam penelitian ini untuk meninjau perkembangan penelitian biodiesel berbahan baku minyak nabati secara keseluruhan. Publikasi terkait biodiesel tersebut diterbitkan antara 2012 dan 2021 dari database koleksi Google Scholar telah diamati, dan hubungan yang sesuai di antara literatur telah diilustrasikan. Berdasarkan analisis bibliometrik yang dilakukan dari 679 artikel yang relevan diperoleh kata-kata dengan frekuensi kemunculan tertinggi yaitu “Masjuki”, “Sunflower Oil”, dan “USA” berturut-turut sebagai penulis, tema, dan negara yang paling banyak tertulis dalam artikel. Di samping itu berdasarkan tahun penerbitan dapat dinyatakan bahwa kenderungan jumlah publikasi penelitian selama satu dekade terakhir bertambah dan tema tentang pengamatan sifat bahan bakar dan minyak nabati yang dapat dimakan menjadi isu yang relatif lebih baru.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M.M. & Rahman, K.A. (2013). Biodiesel from Mustard oil: a Sustainable Engine Fuel Substitute for Bangladesh. *Int. Journal of Renewable Energy Development*, 2 (3): 141-149.
- Ali, M.H., Mashud, M., Rubel, M.R., & Ahmad, R.H. (2013). Biodiesel from Neem Oil as an Alternative Fuel for Diesel Engine. *Procedia Engineering*, 56: 625-630. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.03.169>
- Britannica. *How is biodiesel produced from rapeseed oil?* Diunduh di <https://www.britannica.com/video/179995/biodiesel> tanggal 15 July 2022.
- Chitra, P., Venkatachalam, P., & Sampathrajan, A. (2005). Optimisation of Experimental Conditions for Biodiesel Production from Alkali-Catalysed Transesterification of *Jatropha curcus* Oil. *Energy Sustainable Dev*, 9: 13-8.
- Colombo, K., Ender, L., Santos, M.M., & Baros, A.A.C. (2019). Production of Biodiesel from Soybean Oil and Methanol, Catalyzed by Calcium Oxide in a Recycle Reactor. *South African Journal of Chemical Engineering*, 28: 19-25.
- Dawodu, F.A., Ayodele, O.O., & Bolanle-Ojo, T. (2014). Biodiesel Production from Sesamum indicum L. Seed Oil: An Optimization Study. *Egyptian Journal of Petroleum*, 23(2): 191-199. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2014.05.006>
- Dworakowska, S., Bednarz, S. & Bogdal, D. (2011). *Production of Biodiesel from Rapeseed Oil*. 1st World Sustainability Forum, 1-30 November 2011, Basel, Switzerland.
- El Boulifi, N., Bouaid, A., Martinez, M., & Aracil, J. (2010). Process Optimization for Biodiesel Production from Corn Oil and Its Oxidative Stability. *International Journal of Chemical Engineering*, 2010(518070): 1-9. doi:10.1155/2010/518070
- El-Mashad, H.M., Zhang, R., & Avena-Bustillos, R.J. (2008). A Two-Step Process for Biodiesel Production from Salmon Oil. *Biosyst Eng*, 99: 220-227.
- Ferdous, K. Uddin, M.R., Khan, M.R., & Islam, M. A. (2012). Biodiesel from Sesame Oil: Base Catalyzed Transesterification. *International Journal of Engineering and Technology*, 1(4):420-431. doi: 10.14419/ijet.v1i4.335
- Folaranmi, J. (2013). Production of Biodiesel (B100) from *Jatropha* Oil Using Sodium Hydroxide as Catalyst. *Journal of Petroleum Engineering*, 2013(956479): 1-6. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/956479>
- González, C.S.O, Falcon, N.G., Salas, F.S., Saini, R., Brar, S.K., & Ramírez, A.A. (2020). Production of Biodiesel from Castor Oil: A Review. *Energies*, 13(2467): 1-22. doi:10.3390/en13102467
- Habibullah, M., Masjuki, H.H., Kalam, M.A., Rahman, S.M.A., Mofijur, M., Mobarak, H.M., & Ashraful, A.M. (2015). Potential of biodiesel as a renewable energy source in Bangladesh. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, pp. 819-834
- Hossain, M.A., Chowdhury, S.M., Rekhru, Y., Faraz, K.S., & Ul Islam, M. (2012). Biodiesel from Coconut Oil: A

- Renewable Alternative Fuel for Diesel Engine. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 68: 1289-1293.
- Keera, S.T., El Sabagh, S.M., & Taman, A.R. (2018). Castor Oil Biodiesel Production and Optimization. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27(4): 979-984. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2018.02.007>
- Koc, A.B., Abdullah, M. & Fereidouni, M. (2011). Soybeans Processing for Biodiesel Production. Dalam Tzi-Bun Ng (Ed). (2011). *Soybean - Applications and Technology*. London: IntechOpen Ltd.
- Li, M., Zheng, Y., Chen, Y., & Zhu, X. (2014). Biodiesel Production from Waste Cooking Oil Using a Heterogeneous Catalyst From Pyrolyzed Rice Husk. *Bioresour. Technol.*, 2014(154): 345-348.
- Madai, I.J., Jande, Y.A.C., & Kivevele, T. (2020). Fast Rate Production of Biodiesel from Neem Seed Oil Using a Catalyst Made from Banana Peel Ash Loaded with Metal Oxide (Li-CaO/Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>). *Advances in Materials Science and Engineering*, 2020(7825024): 1-11. <https://doi.org/10.1155/2020/7825024>
- Maheshwari, P., Haider, M.B., Yusuf, M., Klemeš, J.J., Bokhari, A., Beg, M., Al-Othman, A., Kumara, R., & Jaiswal, A.K. (2022). A review on Latest Trends in Cleaner Biodiesel Production: Role of Feedstock, Production Methods, and Catalysts. *Journal of Cleaner Production*, 355(131588). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131588>
- Medipally, S.R., Yusoff, F.M., Banerjee, S., & Shariff, M. (2015). Microalgae as Sustainable Renewable Energy Feedstock for Biofuel Production. *BioMed Research International*, 2015(519513): 1-13. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/519513>
- Mofijur, M., Masjuki, H.H., Kalam, M.A., Hazrat, M.A., Liaquat, A.M., Shahabuddin, M., & Varman, M. (2012). Prospects of biodiesel from Jatropha in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (2012): 5007-5020. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.05.010>
- Nabi, M.N., Rahman, M.M., Akhter, & M.S. (2009). Biodiesel from Cotton Seed Oil and Its Effect On Engine Performance And Exhaust Emissions. *Applied Thermal Engineering*, 29(11-12): 2265-2270. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2008.11.009>
- Nugraha, A., Fatimah, S., & Nandiyanto, A.S. (2022). The Research Trends of Rice Husk-Based Briquettes Using Bibliometric Analysis. *Journal of Earth Energy Science, Engineering, and Technology*, 5(2): 55-65.
- Oniya, O.O. & Bamgboye, A.I. (2014). Production of Biodiesel from Groundnut (Arachis hypogea, L.) Oil. *Agric Eng Int: Cigr Journal*, 16(1): 143-150.
- Pratigto, S., Istadi, & Wardhani, D.H. (2019). Karakterisasi Katalis CaO dan Uji Aktivitas pada Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Kedelai. *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*, 15(2):57-64.
- Putri, P.C.E. & Supriyo, E. (2020). Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Katalis Kalsium Oksida (CaO) menjadi Biodiesel. *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*, 16(2): 75-80.
- Ramadhas, A., Muraleedharan, C., & Jayaraj, S. (2005). Performance and emission evaluation of a diesel engine fuelled with methyl esters of Rubber seed oil. *Renewable Energy*, 30: 1789-800.
- Rana, Q.U.A., Irfan, M., Ahmed, S., Hasan, F., Shah, A.A., Khan, S., Ur Rehman, F., Khan, H., Ju, M., Li, W. & Badshah, M. (2019). Bio-catalytic Transesterification of Mustard Oil for Biodiesel Production. *Biofuels*, 13(1): 1-8. <https://doi.org/10.1080/17597269.2019.1655907>
- Rasyid, R., Sabara, Z., Pratiwi A.H., Juradin, R., & Malik, R. (2018). *The Production of Biodiesel from a Traditional Coconut Oil Using NaOH/γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Heterogeneous Catalyst*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 175(2018)012025: 1-6. [doi:10.1088/1755-1315/175/1/012025](https://doi.org/10.1088/1755-1315/175/1/012025).
- Schmutzler, L.O.F. (1993). (54) Process for Refining Glyceride Oil. 4. Diunduh di <https://patents.google.com/patent/US5248799A/en> tanggal 15 Juli 2022.

- Scott, S.A., Davey, M.P., Dennis, J.S., Horst, I., Howe, C.J., Smith, D.J.L., & Smith, A.G. (2010). Biodiesel from Algae: Challenges and Prospects. *Current Opinion in Biotechnology*, 21(3): 277-286.
- Shimada, Y., Watanabe, Y., Samukawa, T., Sugihara, A., Noda, H., & Fukuda, H. (1999). Conversion of Vegetable Oil to Biodiesel Using Immobilized *Candida Antarctica* Lipase. *J Am Oil Chem Soc*, 76: 789-793.
- Sinha, D. & Murugavelh, S. (2016). Biodiesel Production from Waste Cotton Seed Oil Using Low Cost Catalyst: Engine Performance and Emission Characteristics. *Perspectives in Science*, 8: 237-240. <https://doi.org/10.1016/j.pisc.2016.04.038>
- Solis, J.L., Berkemar, A.L., Alejo, L. & Kiros, Y. (2017). Biodiesel from Rapeseed Oil (*Brassica napus*) by Supported Li<sub>2</sub>O and MgO. *International Journal of Energy Environmental Engineering*, 8: 9-23.
- Suleman, N., Abas, & Paputungan, M. (2019). Esterifikasi dan Transesterifikasi Stearin Sawit untuk Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Teknik*, 17(1): 66-77. <https://doi.org/10.37031/jt.v17i1.54>
- Tayari, S., Abedi, R., & Rahi, A. (2020). Comparative Assessment of Engine Performance and Emissions Fuelled with Three Different Biodiesel Generations. *Renewable Energy*, 147(1): 1058-1069. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.09.068>
- Tweddell, R.J., Kermasha, S., Combes, D., & Marty, A. (1998). Esterification and Interesterification Activities of Lipases from *Rhizopus Niveus* and *Mucor Miehei* in Three Different Types of Organic Media: A Comparative Study. *Enzyme Microb Technol*, 22: 439-445.
- Veljkovića, V.B., Biberdžićb, M.O., Ilića, I.B.B., Djalovićc, I.G., Tasića, M.B., Nježićd, Z.B., & Stamenkovića, O.S. (2018). Biodiesel Production from Corn Oil: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91: 531-548.
- Watanabe, Y., Shimada, Y., Sugihara, A., & Tominaga, Y. (2002). Conversion of Degummed Soybean Oil to Biodiesel Fuel with Immobilized *Candida antarctica* lipase. *J Mol Catal B: Enzym*, 17: 151-155.